



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 34 892 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 02 M 47/02**

⑳ Aktenzeichen: P 44 34 892.4  
㉔ Anmeldetag: 29. 9. 94  
㉕ Offenlegungstag: 11. 4. 96

DE 44 34 892 A 1

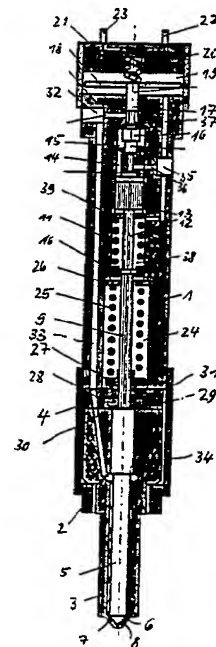
⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Klügl, Wendelin, Dipl.-Ing., 92358 Seubersdorf, DE;  
Schöppe, Detlev, Dipl.-Ing., 93055 Regensburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Einspritzventil

⑤⑦ Das Ventil weist einen Hochdruckzulauf (32), einen Niederdruckrücklauf (35), eine Ventilnadel (16), eine Einspritznadel (5) sowie eine Federeinrichtung auf, die die Einspritznadel (5) in Richtung auf ihren Düsensitz vorspannt. Das Ventil soll so aufgebaut sein, daß der Einspritzverlauf formbar ist. Dazu ist die Federeinrichtung durch zwei hintereinander angeordnete Druckfedern (25, 11) gebildet, die über eine Mitnehmereinrichtung (28) nacheinander ansteuerbar sind. Anwendbar bei Brennkraftmaschinen.



DE 44 34 892 A 1

Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Ventil ist beispielsweise durch die US-PS 4 258 674 bekannt. Hier ist insbesondere in Fig. 2 ein Ventil dargestellt, bei dem in einem Raum hinter der Einspritznadel eine Druckfeder angeordnet ist, so daß, wenn eingespritzt werden soll, die Einspritznadel entgegen der Kraft der Druckfeder gedrückt wird. Durch geeignete Dimensionierung der Druckfeder kann damit der Einspritzverlauf in gewissen Grenzen geformt, insbesondere verzögert werden.

Um die motorischen Werte von Brennkraftmaschinen, insbesondere die Abgaswerte zu verbessern, ist es wünschenswert, daß der Einspritzvorgang formbar ist. In anderen Worten ausgedrückt soll bei einer Ansteuerung eines Einspritzventils die Einspritzung nicht schlagartig erfolgen, sondern angepaßt an die Brennkraftmaschine einen gewünschten Einspritzverlauf aufweisen. Weiter sollen derartige Ventile, insbesondere für Diesel-Brennkraftmaschinen, so ausgebildet sein, daß damit eine Voreinspritzung vor der Haupteinspritzung möglich ist, um das Abgasverhalten weiter verbessern zu können.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Einspritzventil derart auszubilden, daß sich damit eine zufriedenende Formung des Einspritzverlaufs erzielen läßt.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch den Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Je nach dem gewünschten Einspritzverlauf kommt demnach eine erste und zweite Druckfeder zur Wirkung, durch die sich der Öffnungsvorgang der Einspritznadel steuern läßt. Zusätzlich zu einer geeigneten Dimensionierung der Federn können die Federkräfte noch durch in die Federräume einlegbare Einstellscheiben eingestellt werden, so daß durch die Erfindung eine Formung des Einspritzverlaufs in einem breiten Umfang erzielbar ist.

Insbesondere läßt sich eine Voreinspritzung dadurch erzielen, wenn bei einer Voreinspritzung nur die erste Druckfeder zur Wirkung kommt, während bei einer Haupteinspritzung beide Druckfedern den Einspritzverlaufformen.

Die Erfindung sei nun anhand einer Abbildung näher erläutert, die ein Einspritzventil im Querschnitt zeigt.

Das in der Abbildung gezeigte Einspritzventil besteht aus einem langgestreckten Gehäuse 1, auf dessen unteren Ende eine Überwurfmutter 2 aufgeschraubt ist. Mit dieser Überwurfmutter 2 wird vom unteren Ende des Gehäuses 1 aus eine Zwischenscheibe 4 und ein Einspritzdüsengehäuse 3, in welchem die Einspritznadel 5 geführt ist, gehalten. Sowohl die Zwischenscheibe 4 als auch das Einspritzdüsengehäuse 3 weisen eine Mittelbohrung auf, in der die Einspritznadel 5 axial verschiebbar ist. An ihrem einen Ende liegt im gezeigten Zustand die Einspritznadel 5 an einem ringförmigen Düsensitz 6 an, so daß die in diesem Bereich angeordneten Düsenlöcher 7, 8 nicht mit Kraftstoff versorgt werden.

An das untere Ende der Einspritznadel 5 greift ein Druckbolzen 9 an, der in der Längsachse des Gehäuses 1 verläuft und an einem Führungsteil 10 anliegt. Dieses Führungsteil wirkt auf eine erste Feder 11, die an einer ersten Einstellscheibe 39 anliegt, und weiter auf einen Stempel 12 eines Schließbolzens 13, der über eine Bohrung 14 mit einem Ventilraum 15 in Verbindung steht. In diesem Ventilraum 15 befindet sich eine mit zwei Sitz-

flächen versehene Ventilnadel 16, die wiederum mit einem Bolzen 17 in Verbindung steht, der im oberen Teil des Gehäuses 1 geführt ist und mit einem Magnetanker 18 verbunden ist, der in einem Magnetankerraum 19 angeordnet ist. Auf den Magnetanker 18 wirkt eine Rückstellfeder 20, die in einer Magnetspule 21 geführt ist, deren elektrische Anschlüsse 22, 23 nach außen geführt sind.

Im Gehäuse 1 ist in einer weiteren Ausnehmung 24 eine weitere zweite Feder 25 angeordnet, die den Druckbolzen 9 umgibt und auf einer Seite an einer Einstellscheibe 26 anliegt. An der der Einspritznadel 5 zugewandten Seite liegt die zweite Feder 25 an einer Federanlagescheibe 27 an, auf die ein Mitnehmer 28 einwirkt, der in der Zwischenscheibe 4 axial verschiebbar gelagert ist. Der Mitnehmer 28 weist einen ringförmigen Ansatz 29 auf, der am Einspritzgehäuse 3 anliegt. Die abgewandte Seite des Mitnehmers 28 liegt an der Federanlagescheibe 27 an. Durch die Federanlagescheibe 27 wie auch durch den Mitnehmer 28 ist axial der Druckbolzen 9 hindurchgeführt.

Der Mitnehmer 28 weist im Bereich seines ringförmigen Ansatzes 29 eine Aussparung auf, die einen ersten Ringspalt 30 für einen ersten Hubweg bildet. Weiter ist zwischen der Zwischenscheibe 4 und dem Mitnehmer 28 ein zweiter Ringspalt 31 für einen zweiten Hubweg gebildet. Die Einspritznadel 5 ist so ausgebildet, daß diese im Bereich des ersten Ringspaltes am Druckbolzen anliegt.

Der Kraftstoff wird über einen Zulaufkanal 32 in den Ventilraum 15 geführt. Weiter ist ein Kanal 33 vorgesehen, über den der Kraftstoff an eine Schulter 34 der Einspritznadel 5 geführt ist.

Es ist weiter ein Rücklauf 35 für den über den Zulaufkanal 32 zugeführten Kraftstoff vorgesehen, der über eine Drosselbohrung 36 mit dem unteren Sitz der Ventilnadel 16 in Verbindung steht. Der Rücklauf 35 steht weiter über einen Kanal 37 mit dem Magnetankerraum 19 sowie mit einem Federraum 38 in Verbindung, in welchem die erste Feder 11 angeordnet ist.

Die Vorrichtung arbeitet wie folgt:

Im gezeigten Zustand liegt der untere Teil der Ventilnadel 16 auf seinem unteren Sitz, wodurch die Drosselbohrung 36 zum Rücklauf 35 verschlossen ist. Der unter Hochdruck stehende Kraftstoff liegt somit im Ventilraum 15 sowie über den Kanal 33 an der ringförmigen Schulter 34 der Einspritznadel 5 an. Es herrschen somit ausgeglichene Druckverhältnisse, so daß die Einspritznadel 5 auf dem Düsensitz 6 anliegt und damit keine Einspritzung erfolgt. Unterstützt wird dieser Zustand durch die Kraft der ersten Feder 11 sowie die Kraft der zweiten Feder 25.

Die Einspritzung wird durch Erregung der Magnetspule 21 eingeleitet. Bei einer Erregung der Magnetspule 21 wird der Magnetanker 18 angezogen, wodurch die Ventilnadel 16 über den Bolzen 17 nach oben auf ihren oberen Sitz bewegt wird. Damit wird der Kraftstoffzulaufanschluß für den Ventilraum 15 verschlossen und der untere Sitz frei, so daß der Raum hinter dem Schließkolben 13 über die Bohrung 14 und 36 mit dem Rücklauf 35 verbunden wird. Der Bereich des Rücklaufs weist nur einen sehr geringen Druck auf. Da der hohe Druck des Kraftstoffs weiter über den Kanal 33 an der ringförmigen Schulter 34 der Einspritznadel 5 anliegt, entsteht ein Druckungleichgewicht, wodurch die Einspritznadel 5 nach oben verschoben wird und den Düsensitz der Einspritznadel 5 für eine Einspritzung freigibt.

Der Öffnungsvorgang läuft in zwei Stufen ab. In einer ersten Stufe liegt die Einspritznadel 5 stirnseitig am Druckbolzen 9 an und verschiebt diesen nach oben entgegen der Kraft der ersten Feder 11. Dieser Vorgang wird solange fortgesetzt, bis die Stirnseite der Einspritznadel 5 am Boden des ringförmigen Ansatzes 29 des Mitnehmers 28 nach Überwindung des ersten Ringspaltes 30 zur Anlage gelangt. Nun wird bei einer weiteren Bewegung nach oben auch der Mitnehmer 28 nach oben entgegen der Kraft der zweiten Feder 25 verschoben, bis ein zweiter Ringspalt 31 überwunden ist und der Mitnehmer 28 mit einem Ansatz an der festen Zwischenscheibe 4 zur Anlage gelangt. In diesem Zeitpunkt ist der Düsensitz 6 voll geöffnet.

Aufgrund der Hintereinanderschaltung der beiden Federn 11 und 25 sowie der Dimensionierung der Bohrung 14 und der Drosselbohrung 36 kann der Einspritzverlauf geformt werden, d. h., der Öffnungsvorgang der Einspritznadel 5 ist für den zeitlichen Verlauf der Einspritzmenge des Kraftstoffs bestimmend.

Zunächst kann das Anheben der Einspritznadel 5 durch entsprechende Auslegung der Drosselbohrung 36 verlangsamt werden, was für eine weichere Einspritzung beim Einspritzbeginn erwünscht ist. Da die Drosselbohrung 36 hinter dem unteren Ventilsitz der Ventilscheibe 16 angeordnet ist, kann zwar der Öffnungsvorgang der Einspritznadel 5 verlangsamt werden, der Schließvorgang kann jedoch schnell erfolgen, wenn die Bohrung 14, die den Zulauf zum Schließkolben 13 bildet, ausreichend groß dimensioniert wird.

Weiter kann der Öffnungsvorgang der Einspritznadel mit den Federn 11 und 25 geformt werden. In der ersten Öffnungsphase bewegt sich die Einspritznadel 5 entgegen der Kraft der ersten Feder 11, wobei der Druckbolzen 9 auf das Führungsteil 10 drückt, bis die Stirnfläche der Einspritznadel 5 am Boden des ringförmigen Ansatzes 29 des Mitnehmers 28 zum Anliegen kommt. Die Vorspannkraft der ersten Feder 11 kann durch eine erste Einstellscheibe 39 fest eingestellt werden.

Die zweite Feder 25 hat ebenfalls eine einstellbare Vorspannkraft, die über eine weitere Einstellscheibe 26 fest einstellbar ist. Nach Beendigung der ersten Einspritzphase wird nun auch der Mitnehmer 28 nach oben bewegt, und zwar entgegen der Kraft der zweiten Feder 25, bis der Mitnehmer 28 mit seinem Flansch an der Zwischenscheibe 4 zur Anlage gelangt.

Aufgrund der zusätzlichen Kraft, gegen die die Einspritznadel nun nach der ersten Öffnungsphase drücken muß, wird auch der weitere Öffnungsvorgang verzögert.

Beim Ende der Einspritzung unterstützen die beiden Federn 11 und 25 den Schließvorgang der Einspritznadel 5, wenn die Bestromung der Magnetspule 21 beendet wird und somit die Rücklaufleitung 36 verschlossen wird.

Die Federkräfte der Federn 11 und 25 können so ausgelegt werden, daß für eine Voreinspritzmenge weitgehend nur der Hub der ersten Öffnungsphase genutzt wird. Weiter bilden die Federn eine zusätzliche Sicherheit, mit der die Einspritznadel in ihre Schließstellung gebracht werden kann, wenn der Hochdruck des Kraftstoffs aufgrund irgendwelcher Vorkommnisse nachlassen sollte.

#### Patentansprüche

1. Einspritzventil für Kraftstoffe für Brennkraftmaschinen, mit

— einem Hochdruckzulauf (32) für den zuzu-

führenden Kraftstoff,

— einem Niederdruckrücklauf (35),

— einer Ventilscheibe (16), die über einen Antriebsmechanismus steuerbar ist, um den Zulauf oder den Rücklauf wahlweise zu verschließen,

— einer Einspritznadel (5), die den einzuspritzenden Kraftstoff freigeben kann und die über das durch die Ventilscheibe (16) aufbaubare Kraftstoff-Druckgleichgewicht und Kraftstoff-Druckungleichgewicht steuerbar ist, wobei

— eine Federeinrichtung vorgesehen ist, die die Einspritznadel (5) in Richtung auf ihren Düsensitz vorspannt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Federeinrichtung aus zumindest zwei hintereinander angeordneten Druckfedern (25, 11) besteht, die über eine Mitnehmereinrichtung (28) nacheinander ansteuerbar sind.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mitnehmereinrichtung aus einem Mitnehmer (28) besteht, der über eine Stirnendfläche der Einspritznadel (5) ansteuerbar ist, und

— daß der Mitnehmer (28) einen durch einen ringförmigen Ansatz (30) und einem Einspritzdüsengehäuse (3) gebildeten ersten Ringspalt (30) aufweist, in den ein Druckbolzen (9) eingreift, der an der Stirnendfläche der Einspritznadel (5) anliegt und der über ein Führungsteil (10) mit einer ersten Druckfeder (11) sowie über einen Stempel (12) mit einem Schließkolben (13) in Verbindung steht, wobei aufgrund des ersten Ringspaltes (30) nur ein erster Hubweg zu überwinden ist, um auf die erste Druckfeder (11) einzuwirken,

— daß zwischen dem Mitnehmer (28) und einer Zwischenscheibe (4) ein zweiter Ringspalt (31) gebildet ist und der Mitnehmer (28) so ausgebildet ist, daß er an einer Federanlasscheibe (27) für eine zweite Druckfeder (25) angreift, wobei nach Überwindung des durch den ersten Ringspalt (30) bestimmten Hubweges die Bewegung des Mitnehmers durch den zweiten Ringspalt nach Überwindung eines durch ihn gebildeten zweiten Hubweges begrenzt wird.

3. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Tiefe des ersten Ringspaltes (30) und der Zeitdauer der Ansteuerung durch den Antriebsmechanismus eine Voreinspritzmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs festlegbar ist.

4. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Tiefe des zweiten Ringspaltes und der Zeitdauer der Ansteuerung durch den Antriebsmechanismus die Haupteinspritzmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs festlegbar ist.

5. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkraft der beiden Druckfedern (25, 11) durch im jeweiligen Federraum der Druckfedern angeordnete auf die Druckfedern wirkende Einstellscheiben (39, 26) und/oder Wahl eines geeigneten Federkoeffizienten für die Druckfedern einstellbar ist.

6. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Zulaufbo-

rung (14) zum Schließkolben (13) groß ist gegenüber dem Querschnitt einer Drosselbohrung (36) im Bereich des Niederdruckrücklaufs.

7. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schließkolben (13) einen relativ großen wirksamen Durchmesser gegenüber der Ventilnadel (16) aufweist. 5

8. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmechanismus durch ein Solenoid gebildet ist. 10

9. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmechanismus durch einen piezoelektrischen Aktor gebildet ist.

10. Einspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmechanismus eine hydraulische Wegübersetzung aufweist und der hydraulische Druckraum selbsttätig mit Dieseldieselkraftstoff befüllt wird. 15

11. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksamen Ventildurchmesser der Ventilnadel (16) so ausgelegt sind, daß in oberer und auch unterer Ventilstellung keine Restdruckkräfte an der Ventilnadel (16) wirken. 20

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen 25

---

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

